Wolfgang H. O. Dorow & Ulrich Maschwitz

Durchsichtige Nesthüllen und andere überraschende Strategien der Insekten im Kampf ums Überleben

Einleitung

Tarnung ist einer der wichtigsten Schutzmechanismen gegen Feinde. Besonders Insekten haben hier die erstaunlichsten Anpassungen entwickelt (Edmunds 1974; Wickler 1968). Berühmt sind die wandelnden Blätter und Ästchen (Gespenstheuschrecken). Weit weniger bekannt sind jedoch die oft ebenso raffinierten Tarnverfahren für die Nester und Unterschlupfe – insbesondere bei sozialen Insekten. Üblicherweise werden Nester in Form und Farbe möglichst genau ihrer Umgebung angepaßt. Die Autoren entdeckten kürzlich ein neues Schutzprinzip beim Kampf ums Überleben der Insekten: Durchsichtige Nester.

Tropische Regenwälder sind berühmt für ihre Artenvielfalt, für bizarre und geheimnisvolle Tiere und Pflanzen. Es wundert daher nicht, daß sich bei dieser großen Anzahl von Arten, die ja alle in einem komplizierten Netzwerk von Wechselbeziehungen verbunden sind, gerade hier besonders viele und ausgefallene Anpassungen an die Umwelt entwickelt haben. Eine der wichtigsten ist der Schutz vor dem Gefressen-Werden. Hierzu wurden ganz unterschiedliche Lösungswege beschritten: Die Optimierung der Flucht, der Abwehr, der Warnung, der Täuschung und schließlich der Tarnung, von der im folgenden die Rede sein soll.

Wer schaute nicht schon gespannt durch die Scheibe eines Terrariums, in dem es galt, Tiere ausfindig zu machen, die ihrer Umgebung so täuschend ähnlich sehen, daß jedes Suchbild dagegen langweilt? Wandelnde Blätter und Ästchen (Abb. 7) sind jedem ein Begriff. Doch mit dem Nachahmen eines grünen oder braunen Blattes, eines Ästchens oder einer Blüte (Abb. 1, 6) ist es noch lange nicht getan. – Doch zuerst zum Sinn der erstaunlichen Körpergestalten: Das Sich-der-Umgebung-ähnlich-Machen ist ein Schutz vor

1 (links oben). Eine Gottesanbeterin *Hymenopus coronatus* (Ordnung: Mantodea) aus den tropischen Regenwäldern Malaysias ahmt eine weiße Blüte mit gelblichen Saftmalen und grünlichen Kelchblättern nach. Neben einer weißen Blüte sitzend verzehrt sie einen Schmetterling.

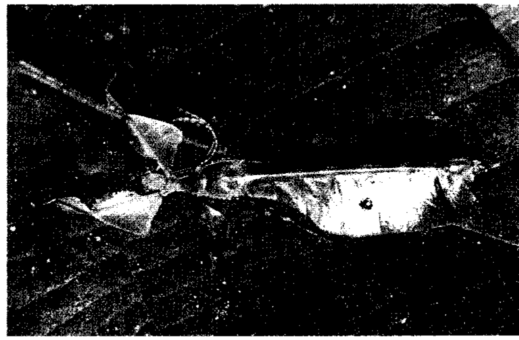
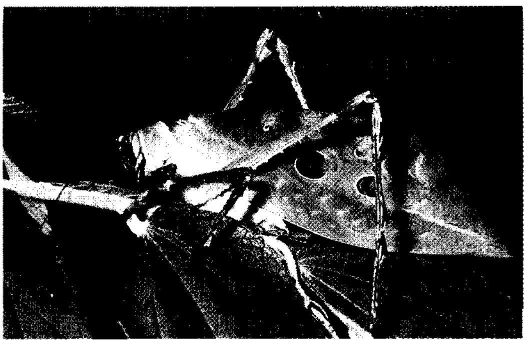
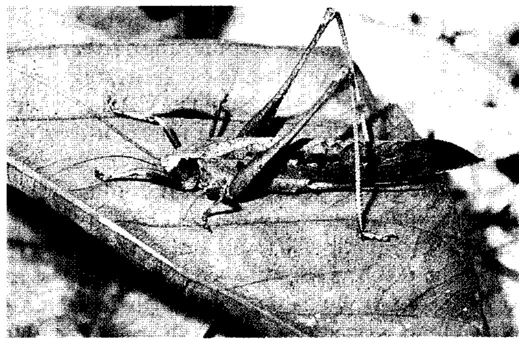
2 (rechts oben). Wandelndes Blatt (Ordnung: Phasmida) mit vorgetäuschtem Rand- und Lochfraß sowie Vergilbungs- und Bräunungsstellen und angedeuteten Blattrippen.

3 (links Mitte). Langfühlerschrecke (Ordnung: Ensifera), die nicht nur ein normales Laubblatt in Form und Farbe imitiert, sondern zusätzlich Fraß- und Vergilbungsstellen vortäuscht.

4 (rechts Mitte). Laubheuschrecke (Ordnung: Ensifera), die ein abgestorbenes Blatt mit Fraßlöchern nachahmt.

5 (links unten). Laubheuschrecke (Ordnung: Ensifera), auf einem Baumstamm sitzend. Aufgrund ihrer Färbung ist sie nur schwer vom Flechtenaufwuchs des Stammes zu unterscheiden.

6 (rechts unten). Langkopfzikaden (Ordnung: Auchenorrhyncha, Familie: Fulgoridae) der Unterfamilie Flatinae in Gruppe an einem Pflanzenstengel saugend. Diese balinesische Art stellt ein Beispiel für „Soziale Tarnung" dar: Die Tiere ahmen gemeinsam einen weißen Blütenstand mit gelblichen Saftmalen an den Einzelblüten nach.



optisch jagenden Feinden, also insbesondere Vögeln, Amphibien, Reptilien und Säugern. Bei Insekten hingegen spielen meist – aber nicht immer – chemische Orientierungen die entscheidende Rolle. Da das Laubdach des Regenwaldes die meisten Arten beherbergt, ist auch hier der Feinddruck am größten und damit auch der Zwang, Anpassungsmechanismen zu entwickeln. Die räuberischen Tiere können nur überleben, wenn sie es schaffen, immer bessere Strategien zum Auffinden ihrer Beute zu entwickeln. So schaukelt sich gerade in den Lebensräumen, in denen viele verschiedene Arten mit hoch spezialisierten Nahrungsansprüchen leben, das Wechselspiel zwischen Optimierung der Tarnung und Optimierung der Beute-Such-Strategie immehr auf. Geradezu Unglaubliches ist dabei herausgekommen: Heuschrecken und Gottesanbeterinnen, die nicht nur Blätter nachahmen, sondern auch gleich noch Fraßspuren und andere Schadstellen imitieren (Abb. 2–4, 8) und einen – im Regenwald auf Blättern häufigen – Flechtenaufwuchs (Abb. 5) simulieren. Nicht vergessen seien bei dieser Aufzählung natürlich die vielen – auch einheimischen – Arten, die nicht in der Form, wohl aber in der Farbe ihrem Lebensraum täuschend ähnlich sehen und auf Blättern oder Rinde kaum auszumachen sind.

Auch der Nachwuchs will geschützt sein

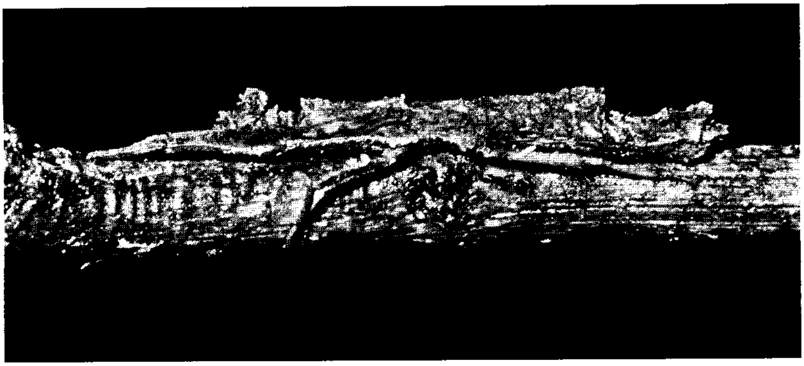
Ein besonderes Problem stellt sich den sozialen Insekten: Ihre Staaten sind oft sehr groß und individuenreich und haben viele weichhäutige Larven, die für zahlreiche Räuber eine reichliche und gut zu verspeisende Proteinquelle darstellen, da ihnen der harte unverdauliche Chitinpanzer fehlt. Die sozialen Insekten müssen ihre Nester also besonders gut schützen. Wehrstachel und Wehrdrüsen, die die meisten von ihnen besitzen, reichen, insbesondere gegen spezialisierte Feinde, nicht aus. Daher gilt auch hier wieder die Devise: Tarnung ist alles! Vorhandene Höhlungen in Baumstämmen, Ästen oder in Bambusrohren sind da ideal, doch sie sind heiß umkämpfte Mangelware. Also ist auch noch das Heim der „Marke Eigenbau“ angesagt. Aus zerkautem Pflanzenmaterial und Speichelsekret wird eine Kartonmasse hergestellt und daraus das Nest auf Rinde oder Steine geklebt, wo die bräunlichen oder grauen Nester auch recht gut getarnt sind. Das Aufkleben von Pflanzenfasern, Flechten oder Erde kann die Tarnung noch verbessern. Im größten verfügbaren und nahrungsreichsten Raum, dem Blattwerk, hat solch ein Nest aber entscheidende Nachteile: Es ist recht brüchig und nie grün. Wegen der Brüchigkeit des Materials können größere Kartonnester nicht im Bereich der stark vom Wind bewegten kleinen Ästchen gebaut werden. Auch hier haben Spezialisten eine Lösung gefunden: Sie nutzen die Seide (Abb. 9–13) ihrer Larven zum Nestbau, die eigentlich dazu dienen soll, einen schützenden Kokon zu bilden, in dem sich das Tier zum erwachsenen Insekt entwickeln kann (Dorow & Maschwitz 1990; Dorow, Maschwitz & Rapp 1990). Erstaunlich kunstvoll weben Arten verschiedener Ameisengattungen Blätter zusammen, um sich Nesthöhlen selbst zu schaffen. Dabei halten sie die Larven mit den Mundwerkzeugen und betrillern ihren Kopf mit den Fühlern, wodurch die Larve angeregt wird, Seide zu produzieren. Larve und Ameise führen gemeinsam koordinierte Bewegungen aus, um den Seidenfaden am Nestblatt zu befestigen. Das so hergestellte Seidengewebe wird meist mit Schmutz und Pflanzenteilchen verstärkt und abgedichtet (Abb. 9). Nur wenige bewachte Eingänge bleiben offen, die sich gut gegen feindliche Insekten – meist andere Ameisen – verteidigen lassen. Die dichte Wand trotzt gut dem Wind und den heftigen tropischen Regengüssen. Allerdings heben sich die braunen Nestwände deutlich von dem Grün der Blätter ab; dennoch sind sie hinreichend getarnt, da sie in Größe und Form abgestorbenen Blättern oft recht ähnlich sehen.

Durchsichtige Nester

Erstaunlicherweise haben nur sehr wenige Ameisenarten den uns einfach erscheinenden Schritt geschafft, sich mit dem unauffälligen dünnen reinen Seidengewebe als Nestwand zu begnügen, also auf den verräterischen braunen Verputz zu verzichten. Möglicherweise hängt das damit zusammen, daß solche Nester keinen ausreichenden Schutz mehr gegen Regen und gegen die verschiedenen Feinde bieten, die – im Fall von anderen Insekten – an vielen verschiedenen Stellen ins Nest eindringen können und – im Fall etwa von Vögeln – den leckeren Nestinhalt wie auf dem Präsentierteller zur Schau stellen.

Die Dornenameise *Polyrhachis muelleri* (Abb. 11) hat den Schritt geschafft: Wie feine Spinnennetze hängen ihre handtellergroßen Seidennester unter großen Ingwerblättern der Gattung *Achasma* (Dorow, Maschwitz & Rapp 1990). Diese oft 1,50 m langen und 20 cm breiten Blätter bieten

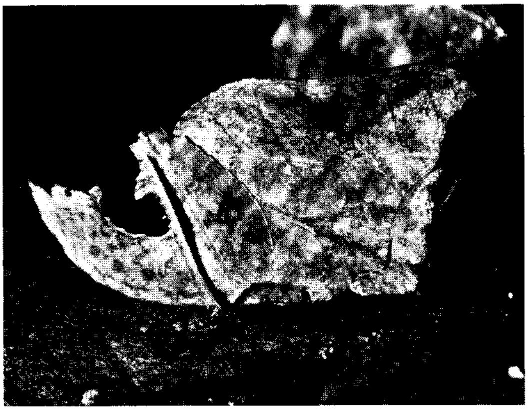
7. Stabheuschrecke (Ordnung: Phasmida), ein Ästchen imitierend.



genügend Wetterschutz durch ihre etwas herabhängenden Blattränder. Konkurrenten und Räuber scheinen die Ameisen in diesem Lebensraum weniger fürchten zu müssen: Es handelt sich – ganz untypisch für den sonst sehr artenreichen Regenwald – um dichte, fast ausschließlich aus einer Ingwergewächsart bestehende Pflanzenbestände, die nicht die Palette an Beute-Arten bieten, wie die übrigen an Pflanzenarten reichen Flächen. Aber Vögel könnten diese Nahrungsquelle finden und lernen, gezielt nach ihr zu suchen. Die Antwort auf diese Gefahr ist nicht weniger verblüffend als der ausgefallene Nesttyp: Der Nestinhalt ist nicht zu erkennen, denn die Larven und Puppen sind grün (Abb. 12). Wie diese Färbung zustandekommt, ist noch unbekannt. Außerdem legt die Ameisenkolonie mehrere solcher Nester an, so daß sich im einzelnen Nest nur jeweils 10 bis 20 der schwarzen Arbeiterinnen aufhalten. Diese können wohl von Vögeln wahrgenommen werden, sind aber nur schwer von ganz gewöhnlichen Ameisenansammlungen, etwa an einer Nahrungsquelle, zu unterscheiden. Diese sind aber, da dort niemals Ameisenbrut vorhanden ist, für die meisten Räuber weit weniger interessant als ein Nest. Die Ingwerblätter sind zwar etwas durchscheinend, das Nest auf der Blattunterseite ist von oben gesehen aber nicht zu erkennen. Mit Detritus maskierte Nester würden demgegenüber als dunkle Flächen durchschimmern.

Eine ebenso elegante Lösung hat die Cellophan-Wespe *Ropalidia opifex* (Abb. 14) entwikkelt: Hier verbinden die Arbeiterinnen benachbarte Blätter nicht mit Seide, sondern mit durchsichtigen Speichelsekret-Wänden, die wie Cellophan aussehen, sehr stabil und zudem wasserdicht sind. Ein solches Nest ist extrem schwer zu entdecken, und auch wir fanden es nur per Zufall, weil die Nestwand nachts den Schein der Taschenlampe reflektierte (MASCHWITZ, DOROW & BOTZ 1990).

Das faszinierende Wechselspiel zwischen Räubern und Beute hat sich im Laufe von Jahrmillionen immer weiter entwickelt. Wie wenig wir über die tropischen Regenwälder wissen und wie fragmentarisch unser Verständnis der Befunde ist, haben auch die zitierten Beispiele gezeigt: Das Nest der Wespe etwa ist seit vielen Jahren bekannt, jedoch gelang es uns erst kürzlich, nach vielen Jahren ökologischer Forschung in den Regenwäldern Malaysias, aufgrund eines Mosaiks an einzelnen Ergebnissen den Sinn dieser eigentümlichen durchsichtigen Nester zu deuten. Es sollte eine Selbstverständlichkeit sein, alle Anstrengungen zu unternehmen, um diese wichtigen Lebensräume, von denen wir überdies so vieles lernen können, dauerhaft zu erhalten.



8. Feldheuschrecke (Ordnung: Caelifera), die ein abgestorbenes Blatt mit Fraßspuren imitiert.








9 (links oben). Nest der Dornenameise *Polyrhachis tubifex* KARAVAIEV, 1927, auf einem Baumstamm. Das Seidengewebe ist mit feinem weißlichem bis graubraunem Holznagsel und mit Rinden- und Flechtenstückchen derart gut maskiert, daß es kaum vom angrenzenden Flechtenaufwuchs des Stammes unterschieden werden kann.

10 (rechts oben). Eine einzige Kolonie der Weberameisenart *Oecophylla smaragdina* (FABRICIUS, 1775) aus Asien und Australien baut eine Vielzahl bis zu fußballgroßer Nester, indem sie Blätter von Büschen und Bäumen zusammenbiegt und mit Seide verwebt.

11 (links Mitte). Nest der Dornenameise *Polyrhachis muelleri* FOREL, 1893, aus einem grobmaschigen Seidengewebe ohne Detritusmaskierung auf der Unterseite eines Ingwerblattes.

12 (rechts Mitte). Dasselbe Nest wie in Abb. 11 wurde geöffnet, um die grünen Larven und Puppen sowie die schwarzen Arbeiterinnen zu zeigen.

13 (links unten). Nest der Dornenameise *Polyrhachis bicolor* SMITH, 1858 zwischen zwei Blättern eines Zitrusbäumchens. Die Nestwände bestehen aus feinem durchsichtigen Seidengewebe ohne Detritusmaskierung.

14 (rechts unten). „Cellophan"-Nest der Wespe *Ropalidia opifex* VAN DER VECHT, 1962, angelegt zwischen zwei Blättern.

Verfasser:

Dipl.-Biol. W. H. O. DOROW, Forschungsinstitut Senckenberg, Senckenberganlage 25, D-6000 Frankfurt am Main 1.

Prof. Dr. U. MASCHWITZ, AK Ethoökologie, FB Biologie, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Siesmayerstr. 70, D-6000 Frankfurt am Main 1.

Schriften: DOROW, W. H. O. & MASCHWITZ, U. (1990): The *arachne-group* of *Polyrhachis* (Formicidae, Formicinae): Weaver ants cultivating Homoptera on bamboo – Insectes Sociaux, **37** (1): 73–89. * DOROW, W. H. O., MASCHWITZ, U. & RAPP, S. 1990. The natural history of *Polyrhachis (Myrmhopla) muelleri* FOREL, 1893 (Formicidae Formicinae), a weaver ant with mimetic larvae and an unusual nesting behaviour. Tropical Zoology, **2** (3): 181–190. * EDMUNDS, M. (1974): Defense in animals. – 357 S.; Longman Group Ltd., Harlow. * MASCHWITZ, U., DOROW, W. H. O. & BOTZ, T. (1990): Chemical composition of the nest walls and nesting behaviour of *Ropalidia (Icarielia) opifex* VAN DER VECHT, 1962 (Hymenoptera: Vespidae), a South East Asian social wasp with translucent nests – Journal of Natural History, **24:** 1311–1319. * WICKLER, W. (1968): Mimikry. Nachahmung und Täuschung in der Natur. – 256 S.; Kindler Verlag, München.

Aus den Forschungsabteilungen

4. Internationale Senckenberg-Konferenz

Vom 2. bis 6. Dezember 1991 fand im Senckenberg-Museum die 4. Internationale Senckenberg-Konferenz statt. Sie wurde ausgerichtet von der Abteilung Paläanthropologie (Dr. J. L. FRANZEN). Das Thema lautete: „100 Jahre *Pithecanthropus* — das *Homo erectus*-Problem". An der Tagung nahmen 77 Wissenschaftler aus 16 Ländern teil. Im Mittelpunkt standen Fragen, wie: „ Was ist überhaupt der *Pithecanthropus* beziehungsweise der *Homo erectus*?" Wie ist diese Art des fossilen Menschen abzugrenzen? Was gehört dazu? Handelt es sich dabei um einen stammesgeschichtlichen Vorfahren oder möglicherweise nur um eine endemische Inselform, eine Sackgasse der Evolution sozusagen? Wie ist der anatomisch moderne Mensch entstanden, monozentrisch in Afrika ('Out-of-Africa-Hypothese') oder multiregional aus dem *Homo erectus*?" Letzteres würde in Konsequenz bedeuten, daß es den *Homo erectus* gar nicht als eigene Art gegeben hätte, sondern daß auch diese frühen Urmenschen bereits als archaische Vorformen zum *Homo sapiens* zu rechnen wären.

Die Veranstaltung begann am Montag, dem 2. Dezember 1991, mit einem Workshop. Außer den bekannten javanischen Originalen der Sammlung KOENIGSWALD waren dabei zu Vergleichszwecken neben zahlreichen Abgüssen auch die beiden neuesten Urmenschenfunde im Original vertreten, der Unterkiefer von Uraha (Malawi) und derjenige von Dmanisi (Georgien). Hinzu kam der Heidelberger Unterkiefer, mit rund 600000 Jahren bislang ältester Urmenschenfund aus Europa. Seine Fundstelle wurde, zusammen mit der Grube Messel, auf einer Exkursion am Mittwoch, dem 4. Dezember 1991, besucht.

42 Vorträge und 6 Poster behandelten am Dienstag, Donnerstag und Freitag Vergleichende und Funktionelle Anatomie, Paläopathologie, Taxonomie, Phylogenie, Ethologie, Stratigraphie, Paläökologie, Paläobiogeographie, Archäologie, Fossildiagenese, Datierungen und wissenschaftshistorische Aspekte des *Homo erectus*, gegliedert nach seinen Fundgebieten in Asien, Afrika und Europa. Höhepunkt bildete die Schlußdiskussion am Freitagabend, bei der es zwar nicht zu einer Einigung (diese war auch nicht zu erwarten), wohl aber zu einer weiteren Klärung der Standpunkte und Argumente hinsichtlich